

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **61263217 A**(43) Date of publication of application: **21.11.86**

(51) Int. Cl

H01L 21/30
G03F 7/20
H01J 37/147

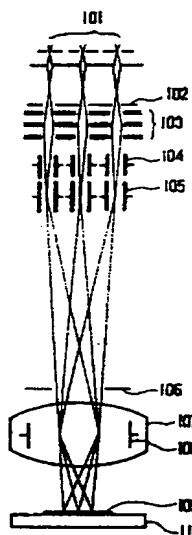
(21) Application number: **60103896**(22) Date of filing: **17.05.85**(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>**(72) Inventor: **KURIHARA KENJI**(54) **CHARGED BEAM EXPOSING DEVICE**

(57) Abstract:

PURPOSE: To enable to draw a fine pattern by providing a plurality of charged beam sources and a matrix deflectors in a charged beam exposing device to increase a beam current and to reduce a lens aberration.

CONSTITUTION: A sample is placed on a stage 110, and a sample surface 109 is exposed. A plurality of charged beam sources 101 are provided. Electron beams from the sources 101 are fed through a molding diaphragm 102 to matrix lenses 103. The beams which pass the lenses 103 are fed through a plurality of matrix blankers 104 to a plurality of matrix deflectors 105. The deflectors 105 focuses a crossover at the deflecting center. Then, the beams are cut by a blanking diaphragm 106, and fed to a lens 107. A plurality of charged beam sources are provided to increase beam currents.

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio



⑬ 日本国特許庁(JP)

⑭ 特許出願公開

⑯ 公開特許公報(A)

昭61-263217

⑮ Int. Cl.⁴H 01 L 21/30
G 03 F 7/20
H 01 J 37/147

識別記号

庁内整理番号

G-7376-5F
7124-2H
7129-5C

⑰ 公開 昭和61年(1986)11月21日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑱ 発明の名称 荷電ビーム露光装置

⑲ 特 願 昭60-103896

⑳ 出 願 昭60(1985)5月17日

㉑ 発 明 者 栗 原 健 二 厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社厚木電気通信研究所内

㉒ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉓ 代 理 人 弁理士 中村 純之助

明 細 書

1. 発明の名称

荷電ビーム露光装置

2. 特許請求の範囲

(1) 荷電ビームを用いて微細パターンを形成する荷電ビーム露光装置において、複数個の荷電ビーム源とマトリックス偏向器とを備えたことを特徴とする荷電ビーム露光装置。

(2) 上記マトリックス偏向器は、前段にマトリックスレンズが配置されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載した荷電ビーム露光装置。

(3) 上記マトリックス偏向器は、第1のマトリックス偏向器および第2のマトリックス偏向器とからなることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載した荷電ビーム露光装置。

(4) 上記マトリックス偏向器は、該マトリックス偏向器を通過する荷電ビームの主軌道が、後段に配置するレンズの中心近傍を通過するように動作さ

せたものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載した荷電ビーム露光装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、半導体集積回路等の製造で要求される微細パターン形成に用いる電子ビーム、あるいはイオンビームによる荷電ビーム露光装置に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、荷電ビームを用いた露光装置として、

(1) スポットビーム方式、(2) 成形ビーム方式、(3) マルチビーム方式、(4) マスク転写方式の各方式による露光装置が開発されている。(1)のスポットビーム方式は、微細に絞った1本のビームで試料面上を走査してパターン描画するために、露光時間が長いという欠点がある。(2)の成形ビーム方式は、固定または可変の矩形ビームを形成し、該矩形ごとにパターンを描画する方式である。しかし本方式でも1本のビームで露光するため、パターンが微細になってくるとスループットは十分とい

えない。(3)のマルチビーム方式は、多数のビームを同時に発生してパターンを描画する方式であり、上記(1)および(2)のように1本のビームを用いるよりも描画時間が短縮され、高いスループットが期待できる。(4)のマスク転写方式は、あらかじめパターンを形成したマスクの像を、1対1あるいは縮小して試料面上に結像し露光する方式である。上記マスクとしては、金属薄板にビーム透過孔をあけたものやホトエミッタを利用したものがある。本方式ではあらかじめマスクパターンを用意する必要があるので、任意パターンを電氣的に発生することができない。またマスク製作に困難性があり、さらに高精度の位置合わせが問題になる。すなわちマスクとウエハとの位置合わせが難しくまた電子光学系の歪やチップの歪等の補正ができないので実用上問題である。

上記(3)のマルチビーム方式は(1)、(2)の各方式に比して有利な方法であり、従来のマルチビーム方式では、第8図に示すように多数のアパーチャレンスを二次元的に配列したマトリックスレ

ンズを用いる露光装置が知られている。第8図において、電子銃801より放出され照射レンズ802、ブランカ803を通過したビームは、成形絞り804を照明し上記成形絞り804の像は2段偏向器805を経て、マトリックスレンズを構成している各レンズ807によりそれぞれ試料面808上に結像してマルチビームを得ている。マトリックスレンズの各アパーチャレンズ807は、制限絞り806を介して均一な強度のビームで照射されている。2段偏向器805は、マルチビームをそれぞれ同様に試料面808上で走査する機能を持っている。上記2段偏向器805の機能とブランカ803の機能とを合わせることにによりパターン描画を行う。上記露光装置は、集積回路の1チップに1本のビームを対応させるので、マトリックスレンズを構成するアパーチャレンズ807の配列はチップのピッチに一致するようにしている。例えばチップのピッチが10mmであるとするとアパーチャレンズの配列は10mm間隔となり、配列が10×10では90mm角を占めることになる。このようなマトリックスレンズを用いれ

ば、一度に多数のチップが露光できるので高速描画が可能になる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記のようにマルチビーム方式は高速描画が可能であるが、制限絞り806は通常高々数百μm径であるから、成形絞り804を通過するビームのうちごく僅かのビームだけがマトリックスレンズに入射して試料面に照射され、電子銃801から得られるビーム電流の大部分がむだになっている。さらに別の問題として、マトリックスレンズを、例えば90°角という広範囲にわたって一様な強度のビームで照射しなければならないということがある。このため電子銃801のエミッタンスには大きな値が要求される。ところが大きなビーム電流を確保するために高い輝度が必要であるが、一般に高輝度を保ちながら電子銃801のエミッタンスを大きくすることは困難である。このように従来のマルチビーム露光装置ではビーム電流のむだが多い。また電子銃のエミッタンスの制約から、マトリックスレンズの配列を大きくすると電子銃の輝度が

低下し、ビーム電流がさらに小さくなりスループット的大幅な向上は難しい。またマトリックスレンズを用いた装置では各ビームの偏向歪のばらつきが避けられないため、重ね合わせ露光をするときに、個々のビームを独立に偏向して位置補正し歪を補正する必要がある。そのために露光装置の構成が複雑になるという問題がある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記の問題を解決するために、本発明による荷電ビーム露光装置は、マルチビーム方式の露光装置のビーム電流を増大させてスループットを向上させるとともに簡単な構成で高精度な位置合わせを実現するようにしたものである。

〔作用〕

本発明の荷電ビーム露光装置では、複数個の荷電ビーム源をマトリックス状に配置してビーム電流を増大させるとともに、マトリックス偏向器を用いて複数個の荷電ビーム源より発生する複数本の荷電ビームが、レンズの光軸近傍を通るようにしてレンズ収差を低減させる。また個々の荷電ビ

ームをマトリックス偏向器で独立に偏向制御することにより、高精度な描画を行う。

〔実施例〕

つぎに本発明の実施例を図面とともに説明する。

第1図は本発明による荷電ビーム露光装置の一実施例を示す構成図、第2図は上記実施例の成形紋りを示す図、第3図は上記実施例のマトリックスレンズを示す斜視図、第4図はマトリックス偏向器を示す斜視図、第5図は上記実施例における収差の説明図で、(a)はマトリックス偏向器を用いないもの、(b)は本実施例によるもの、第6図は本発明の他の実施例を示す構成図、第7図は可変成形ビームによる露光動作の説明図で、(a)は第1成形紋りと第2成形紋りととの矩形開口を示す図、(b)は上記矩形開口を通し試料面に照射されるビームを示す図である。第1図においてマトリックス電子銃101から放出された 3×3 本の電子ビームが、成形紋り102の 3×3 の矩形開口上にそれぞれクロスオーバを形成するように照射する。上記マトリックス電子銃101は電子銃が 3×3 に配

ームを独立にそれぞれオン・オフすることができる。

つぎに第1図における電子光学系の動作を説明する。まず電子銃101より放射された電子ビームは 3×3 に矩形開口が配列された成形紋り102上に照射される。成形紋り102を通過した電子ビームはマトリックスレンズ103に入射する。さらにマトリックスレンズ103によりマトリックス偏向器105の偏向中心にそれぞれクロスオーバを結像させる。つぎに電子ビームの主軌道が対物レンズ107のレンズ中心を通るように、マトリックス偏向器105を動作させる。ここでレンズ中心は、この位置に入射したビームが入射方向と同じ方向に出射するような位置である。第5図(a)に示すように、マトリックス偏向器がないと成形紋り501を通過したビームの中には対物レンズ502の光軸から離れたところを通るビームがある。これに対して本発明では各ビームが対物レンズ502のレンズ中心を通るように各ビームをマトリックス偏向器504で偏向するので、対物レンズ502内で光軸

列されており、成形紋り102には第2図に示すように、一辺の長さLの正方形開口201が4Lのピッチで 3×3 に配列されている。マトリックスレンズ103は第3図に示すように構成される。第3図に示したマトリックスレンズはアインツェルレンズで構成されており、301は 3×3 に配列したレンズ開口、302はレンズ電極、303はレンズ電源である。マトリックス偏向器105の例を第4図に示す。ここで401はX偏向板、402はY偏向板である。マトリックス偏向器105は平行平板型偏向器を 3×3 に配列して構成している。それぞれのX、Y偏向板に適当な電圧を印加することによって各偏向器に入射したビームを所望の位置に偏向することができる。また、マトリックスブランカ104には、第4図に示したマトリックス偏向器と同じように、 3×3 に配列された構成のものを用いる。上記各ブランカの偏向板に適当な電圧を印加すると、ビームは偏向されて第1図に示すブランキング紋り106でビームがカットされる。上記マトリックスブランカ104により、 3×3 本のビ

ームを大きくはずれるビームをなくすることができる。一般に光軸からビームははずれるほどレンズの収差が大きくなるので、第5図において(b)の方が(a)よりも収差が小さい。このようにして対物レンズ107に入射したビームは、 3×3 本の矩形ビームとなって試料面109に照射される。

つぎに描画動作を説明する。露光バタンの画素は一辺が $B (= L \times \text{光学系倍率})$ の1つの正方形ビームに対応する。また試料面上で得られる 3×3 本の正方形ビームは、48のピッチで 3×3 の配列になっている。そこでまず、偏向器108により8のピッチで矩形ビーム全体をX方向およびY方向に1画素ずつ偏向して 128×128 の大きさの露光領域をビームで走査する。このような走査をしながら、各正方形ビームが露光すべき位置に来たときだけ、マトリックスブランカ104にあらかじめ印加しておいた電圧をゼロにしてビームをオンとし、試料面109の所望の位置にビームが照射される。上記露光動作で 128×128 の範囲の露光が完了する。つぎに上記の露光動作が終了したあと、

さらに 128 のピッチで X、Y 方向に 3×3 のビーム全体を偏向器 108 により偏向して前記の露光動作を行う。露光領域が偏向器 108 の最大偏向領域をこえるときは、最大偏向領域の大きさを単位として、ステージ 110 により試料を X、Y 方向に移動させ同様の露光手順を繰返せばよい。このようにして試料面 109 の全領域の露光が行われる。ここでは偏向器 108 を 1 段としたが、2 段の偏向器を用いて 8 ピッチの偏向と 128 ピッチの偏向を各々の偏向器で行うようにしてもよい。また、ステージ 110 を連続移動させながら露光する方法をとることもできる。描画パタンの位置あわせは、 3×3 のビームのうち 1 本だけが試料面 109 に到達するように、マトリックスブランカ 104 を動作しこの 1 本のビームを偏向器 108 で偏向して、試料に形成したマークからの反射電子を検出しマーク位置を計測して行えばよい。ビームの偏向にとまらぬように、偏向器 108 に偏向歪補正の信号を重畳させることにより補正することができる。

つぎに本発明の他の実施例構成を第 6 図に示す。

るように、マトリックス成形偏向器 605 にあらかじめ一定の偏向電圧をかけておく。縮小レンズ 606 により第 1 成形絞り 602 の像は第 2 成形絞り 607 の上に縮小して結像される。マトリックス成形偏向器 605 には、後に説明する可変成形ビームを得るために、露光すべき矩形寸法に応じて偏向電圧が印加される。各ビームのオン・オフはマトリックスブランカ 604 を用いることにより行われる。ここではブランキング絞りとして第 2 成形絞り 607 が代用されている。第 2 成形絞り 607 の像は、対物レンズ 609 により試料面 611 上に結像される。試料面 611 上の 3×3 本のビームは、マトリックス副偏向器 608 によりそれぞれ独立に偏向される。また偏向器 610 によりビーム全体を一括して偏向することができる。

パタンの描画はつぎのようにして行う。第 7 図に 3×3 の可変成形ビームを発生させる方法を示す。第 7 図 (a) において、701 は第 2 成形絞りの矩形開口であり、702 は上記第 2 成形絞りに照射されている第 1 成形絞りの像である。マトリッ

クス電子銃 601 には前実施例と同様に電子銃が 3×3 本配列されている。またマトリックス 603 も第 3 図に示したものと同様の構成で、 3×3 にレンズが配列されている。第 1 および第 2 の成形絞り 602 および 607 には第 2 図に示したものと同様に 3×3 個の正方形開口が配列されている。またマトリックス成形偏向器 605 およびマトリックス副偏向器 608 も 3×3 の偏向器からなり、第 4 図に示したものと同様の構成である。さらにマトリックスブランカ 604 も第 4 図と同様の構成で 3×3 のブランカからなっている。第 6 図における電子光学系の動作を説明する。マトリックス電子銃 601 から放出される 3×3 本の電子ビームが、それぞれ第 1 成形絞り 602 の 3×3 の開口にクロスオーバーをつくるように、電子銃 601 と上記第 1 成形絞り 602 との間隔を設定しておく。上記第 1 成形絞り 602 を通過した電子ビームは、それぞれマトリックスレンズ 603 によりマトリックス成形偏向器 605 の偏向中心にクロスオーバーをつくる。ビームの主軌道が縮小レンズ 606 の中心を通

ス成形偏向器 605 の偏向電圧を変えることにより第 1 成形絞りの像 702 は偏向されるので、第 1 成形絞りの像 702 と第 2 成形絞りの矩形開口 701 が重なった部分のビームが第 2 成形絞りを通過する。この通過したビームの寸法はマトリックス成形偏向器の偏向電圧に応じて変化する。つぎに、マトリックス副偏向器 608 を動作させないで、第 2 成形絞り 607 を通過したビームが試料面に照射された様子を第 7 図 (b) に示す。ここで 703 は可変矩形ビーム、704 はマトリックス副偏向器 608 を動作させて、マトリックス副偏向器 608 の偏向領域 704 内の所望の位置に矩形ビームが偏向されるようにしておいてから、マトリックスブランカ 604 にあらかじめ印加しておいた電圧をゼロにしてビームをオンとし、ビームを試料面 611 に照射して露光を行う。この動作は 3×3 個の副偏向領域 704 内でそれぞれ同時に行われる。この露光動作が終了したあと、主偏向器 610 を動作させてつぎの露光領域に 3×3 の副偏向領域全体を移動し同様の露光動作を行う。これを繰返して全体のパタ

ンを露光していく。偏向器 610 の最大露光領域を越えて露光するとき、ステージ 612 を移動させてから再び同様の手順で露光動作を行えばよい。また描画パタンの位置合わせを行うには、マトリックスプランカ 604 により 3×3 のビームのうち 1 本を試料面 611 に照射し、上記 1 本のビームを偏向器 608 により偏向させたときに得られる試料に形成したマークからの、反射電子を検出することによりマーク位置を計測し、上記マーク位置を基準にすればよい。主偏向にともなう歪は、主偏向器 610 に偏向歪補正の信号を重畳されることで補正され、これにより高精度な位置合わせが行える。マトリックス偏向器 605 の偏向量は、偏向歪が小さく無視できるような範囲に設定しておく。

上記各実施例では、荷電ビーム源として電子銃を用いたものを用いてもよい。

〔発明の効果〕

上記のように本発明による荷電ビーム露光装置は、荷電ビームを用いて微細パターンを形成する荷電ビーム露光装置において、複数個の荷電ビーム

絞りを示す図、第 3 図は上記実施例のマトリックスレンズを示す斜視図、第 4 図はマトリックス偏向器を示す斜視図、第 5 図は上記実施例における収差の説明図で、(a) はマトリックス偏向器を用いないもの、(b) は本実施例によるもの、第 6 図は本発明の他の実施例を示す構成図、第 7 図は可変成形ビームによる露光動作の説明図で、(a) は第 1 成形絞りと第 2 成形絞りととの矩形開口を示す図、(b) は上記矩形開口を通し試料面に照射されるビームパターンを示す図、第 8 図は従来のマルチビーム方式の荷電ビーム露光装置を示す構成図である。

- 101、601 … 荷電ビーム源（電子銃）、
- 103、603 … マトリックスレンズ、
- 105、504 … マトリックス偏向器、
- 107、502、609 … レンズ（対物レンズ）、
- 605 … 第 1 マトリックス偏向器、
- 608 … 第 2 マトリックス偏向器（副偏向器）。

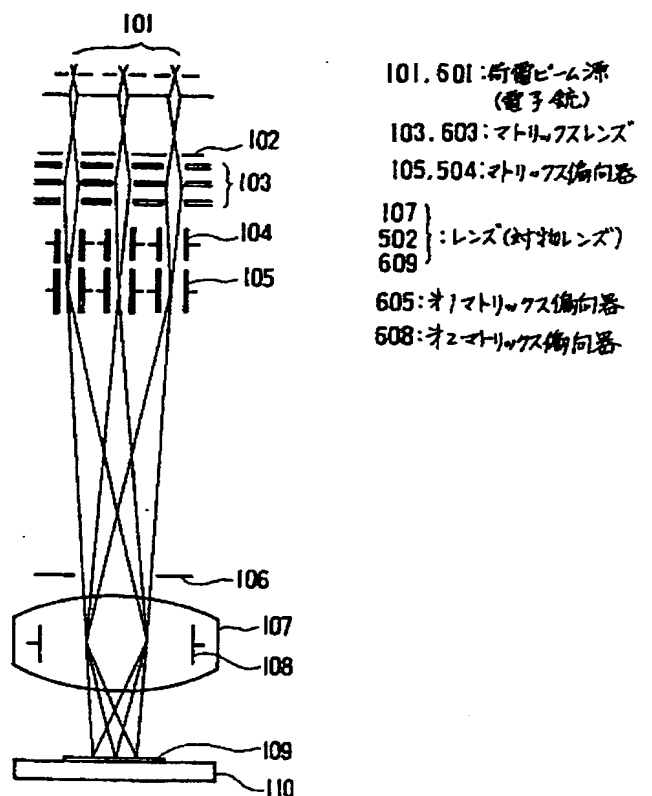
特許出願人 日本電信電話株式会社
代理人弁理士 中 村 純之助

源とマトリックス偏向器とを備えたことにより、従来の単一ビームを用いた装置に比較して、複数本の荷電ビーム源を用いているため、全体のビーム電流値を増大することができスループットが向上する。さらに本発明ではマトリックス偏向器により複数本の荷電ビーム源から放出されるビームをそれぞれ偏向してレンズの光軸近傍をビームが通るようにしているので、レンズ収差を小さくすることができる。したがって試料面上でのビームのぼけを低減することができ、微細なパターン描画を可能とし、さらにビーム電流を増大させることができるので高スループット化が可能になる。また複数ビームを独立に偏向できるので効率よく描画でき、複数本のビームを 1 つのレンズで投影し、また大きな領域の偏向ではこれらを 1 つの偏向器で一括して偏向し、かつ偏向歪補正するので、装置構成が簡単になるという効果がある。

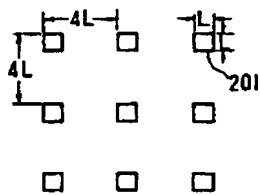
4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明による荷電ビーム露光装置の一実施例を示す構成図、第 2 図は上記実施例の成形

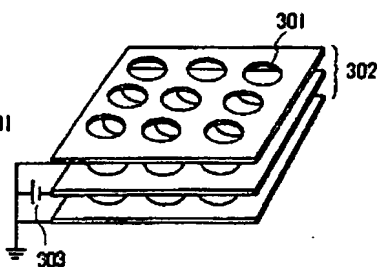
図 1



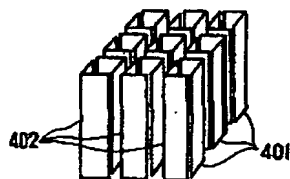
第 2 図



第 3 図

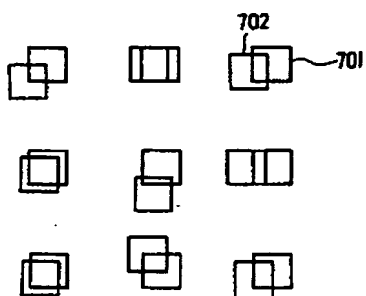


第 4 図

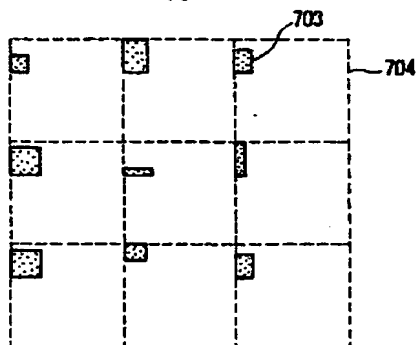


第 7 図

(a)

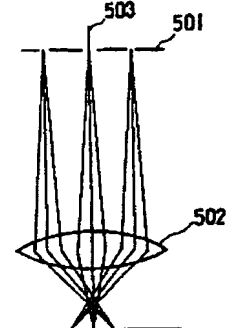


(b)

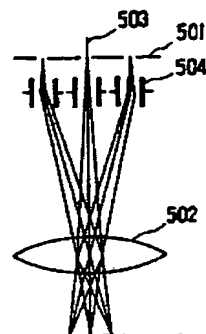


第 5 図

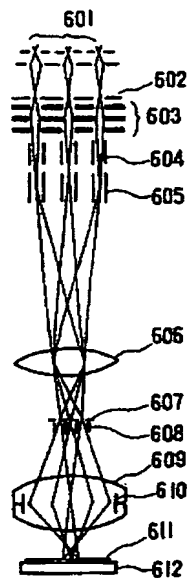
(a)



(b)



第 6 図



第 8 図

